

Pra Rancang Bangun Arang Aktif dari Cangkang Kemiri dengan Kapasitas 1.415 Ton/Tahun Menggunakan Alat Utama Reaktor Pyrolisis

Antoneta Evidiana Ghoda ¹, Wahyu Diah Proborini ², Ayu Chandra K. F ³

^{1,2,3} PS Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tunggaladewi

Email : antonetaevidianaghoda@gmail.com

ABSTRAK

Arang Aktif adalah salah satu bahan yang dibutuhkan untuk industri, terutama industri makanan, minuman, peternakan, pengolahan air limbah, dan pengolahan emas. kemiri tempurung biomassa berpotensi diberdayakan sebagai bahan arang aktif mengingat pasokannya sangat melimpah dan lebih ekonomis. Karena persediaannya melimpah dan lebih ekonomis. Semoga, desain awal karbon aktif dapat menyerap banyak karyawan dan membuka lowongan pekerjaan baru. Desain awal pabrik karbon aktif direncanakan akan didirikan pada tahun 2018, lokasi pabrik di Ende, Nusa Tenggara Timur dengan total luas tanaman adalah 3.500 m². Kapasitas produksi adalah 1,415 ton / tahun dengan waktu operasi 24 jam dalam sehari dan 300 hari per tahun. Pengolahan menggunakan pyrolisis lambat dengan NaCl sebagai aktivator. Berdasarkan analisis ekonomi, total investasi modal dan total biaya produksi yang dibutuhkan adalah Rp 7.056.821.868 dan IDR 21.340.163.139. Jumlah penjualan produk adalah Rp 26.088.515.000 per tahun dengan laba sebelum dan sesudah pajak adalah Rp 4.748.351.861 per tahun dan Rp 4.273.516.675 per tahun. Hasil analisis kelayakan memperoleh nilai Return of Investment (ROI) sebelum dan sesudah pajak adalah 77% dan 70%, Payout Time (POT) adalah 1,3 tahun, Break Even Point (BEP) adalah 36,80%, dan Internal Rate of Return (IRR) adalah 32,84%. Berdasarkan parameter ekonomi disebutkan, desain awal tanaman karbon aktif dari tongkol jagung layak.

Kata-kata kunci : Arang Aktif; Kulit Kemiri; NaCl

ABSTRACT

Charcoal is Active is one of material that its much needed for industry, especially food industry, beverages, farmacy, wastewater treatment, and gold treatment. candlenut shell biomass is potentially empowered as active charcoal raw material considering its supply is very abundant and more economical. Since the supply is abundant and more economical. Hopefully, preliminary design of activated carbon could be permeated many employees and opening the new job vacancy. Preliminary design of activated carbon plant is planned will be established in 2018, plant location in Ende, East Nusa Tenggara with a total area of plant is 3.500 m². Production capacity is 1.415 ton/years with 24 hour operation time in a day and 300 day per years. Processing use slow pyrolysis with NaCl as activator. Based on the economic analysis, the total capital investment and total cost of production needed are IDR 7.056.821.868 and IDR 21.340.163.139. The number of product sale is IDR 26.088.515.000 per year with profit before and after tax are IDR 4.748.351.861 per year and IDR 4.273.516.675 per years. The results of feasibility analysis obtain the values of Return of Investment (ROI) before and after tax is 77% and 70%, Pay out Time (POT) is 1,3 years, Break Even Point (BEP) is 36,80%, and Internal Rate of Return (IRR) is 32,84%. Based on economic parameters mentioned, preliminary design of activated carbon plant from corn cob is feasible to establish.

Keywords: *Charcoal is Active; Candlenut Shell; NaCl*

PENDAHULUAN

Perkembangan industri meningkat seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, sehingga industri merupakan salah satu sektor penting yang menopang perekonomian negara Indonesia. Perkembangan teknologi dan industri mendorong pemanfaatan arang aktif meningkat. Contoh, dalam industri masker, rokok, minuman dan makanan, air konsumsi, minyak, kimia, farmasi, alat pendingin dan otomotif (Austin, 1884). Arang aktif juga digunakan untuk industri cat dan perekat (Asano, 1999).

Pada abad XV, diketahui bahwa arang aktif dapat dihasilkan melalui komposisi kayu dan dapat digunakan sebagai adsorben warna dari larutan. Aplikasi komersial, baru dikembangkan pada tahun 1974 yaitu pada industri gula sebagai pemucat, dan menjadi sangat terkenal karena kemampuannya menyerap uap gas beracun yang digunakan pada Perang Dunia I. Beberapa bahan yang mengandung banyak karbon seperti kayu, serbuk gergajian kayu, kulit biji, tempurung, gambut, batu bara, dan dapat dibuat arang aktif.

Tanaman kemiri merupakan jenis tanaman serbaguna, hampir seluruh bagiannya dapat dimanfaatkan dengan produk utama biji kemiri. Tanaman kemiri (*Aleurites mollucana* L., Willd) merupakan jenis tanaman yang mudah ditanam, cepat tumbuh dan tidak begitu banyak menuntut persyaratan tempat tumbuh (Pari, 2005) dan limbah yang dihasilkan dari proses pemecahan biji kemiri berupa tempurung kemiri selama ini belum dimanfaatkan secara optimal, padahal apabila diolah kembali akan

menjadi lebih bermanfaat seperti untuk produk arang aktif (Sudrajat, R., 2005).

Di Indonesia tanaman kemiri (*Aleurites mollucana* L., Willd) tersebar hampir di seluruh Nusantara dengan produksi biji pada tahun 2003 sekitar 79.137 ton Departemen Pertanian dalam (Darmawan, 2004). Kemiri mempunyai 2 lapis kulit yaitu kulit buah dan tempurung, dari setiap kilogram biji kemiri akan dihasilkan 30% inti dan 70% tempurung (Gianyar, et al 2012). Dalam pengolahan biji kemiri dihasilkan tempurung kemiri yang memiliki sifat keras dengan nilai kalor 4164 kal/g, sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar (Setiawan dan Yang, 1992). Mengingat potensi tempurung kemiri cukup besar, meskipun penggunaannya sebagai bahan bakar kurang populer, maka salah satu alternatif pemanfaatannya adalah mengolah tempurung kemiri menjadi arang aktif.

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi (Erika et al., 2014). Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara didalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Pasar terbesar produk arang aktif adalah untuk pengolahan air dan air limbah.

Proses Produksi

a. Persiapan bahan baku

Cangkang kemiri ditampung dalam *storage* (F-113). Dari *storage* (F-113), cangkang kemiri tersebut dimasukkan

kedalam reaktor pirolisis menggunakan *belt conveyer* (J-111) dan (J-112).

b. Pirolisis

Cangkang kemiri dipirolisis pada temperatur 500 °C selama 8 jam (Mody Lempang et al, 2012) dalam reaktor pirolisis (R-110). Pada proses ini dihasilkan produk utama berupa arang yang akan diproses lebih lanjut menjadi arang aktif dan produk samping berupa produk cair (tar), produk gas (CO, CO₂, H₂ dan CH₄) yang dikeluarkan melalui cerobong asap. Arang hasil pirolisis tersebut kemudian diteruskan kedalam tangki perendaman (F-123) melalui *Belt Conveyer* (J-124).

c. Aktivasi Arang

Proses aktivasi arang dilakukan dengan cara aktivasi kimia dengan menggunakan aktivator natrium klorida (NaCl). Arang hasil pirolisis direndam dalam larutan NaCl 30% selama 24 jam dalam tangki perendaman (F-123) untuk mengabsorpsi garam-garam dan membantu membuka pori-pori arang tersebut. Penggunaan larutan natrium klorida sebagai aktivator kimia dikarenakan karbon aktif yang diperoleh mempunyai daya adsorpsi yang lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif yang diaktivasi menggunakan KCl, CaCl₂, H₃PO₄, MgCl₂, Na₂CO₃, H₂SO₄ dan ZnCl₂. Selain itu, harga NaCl lebih murah dibandingkan dengan aktivator lain dan tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Semakin tinggi konsentrasi larutan NaCl maka semakin bertambah banyak mineral yang teradsorpsi sehingga menyebabkan volume pori karbon cenderung bertambah besar karena garam ini dapat berfungsi sebagai *dehydrating agent* dan membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan pada proses karbonisasi (Wijaya, 2005). Setelah proses

perendaman, arang tersebut kemudian ditiriskan menggunakan *Screw conveyer* (J-122) yang memiliki lubang-lubang kecil untuk meniriskan air yang terkandung dalam arang selama proses perendaman. Kemudian dipanaskan pada suhu 800°C selama 90 menit dalam *rotary kiln* (B-130a) sehingga tingkat keaktifan arang semakin sempurna. Setelah itu, arang aktif tersebut kemudian dimasukkan kedalam *rotary cooler* (B-130b). Dari *rotary cooler* (B-130b) arang selanjutnya dimasukkan kedalam *crusher* (C-131) untuk dihancurkan, dan diayak menggunakan *vibrating screen* (H-132) berukuran 30 mesh (Lerrick, et al, 2015). Arang yang tertahan pada *vibrating screen* (H-132) dikembalikan ke *crusher* (C-131) untuk dihancurkan kembali. Butiran arang yang lolos melewati *vibrating screener* (H-132) dikemas dalam bungkusan tanpa udara untuk menjaga kualitas arang aktif dan disimpan dalam *storage* arang aktif (F-133)

Utilitas

Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia. Pada Pra Rancang Bangun Arang Aktif ini terdapat dua unit utilitas yang diperlukan yaitu unit penyediaan air dan unit penyediaan listrik.

1. Unit Penyediaan Air

Penyediaan air pada pabrik arang aktif ini diperoleh dari PDAM dan air sungai. Air PDAM akan digunakan sebagai air sanitasi, air proses, dan pendingin pada kondensor. Sedangkan air sungai digunakan sebagai pemadam kebakaran dan sebagai air cadangan untuk kebutuhan tak terduga.

2. Unit Penyediaan Listrik

Listrik diperoleh dari PLN dan generator set. Listrik dari PLN digunakan

untuk menggerakkan motor instrumentasi dan lain-lain. Kebutuhan listrik ini meliputi: kebutuhan listrik untuk proses, untuk utilitas, dan untuk penerangan pabrik. Sedangkan generator set digunakan sebagai tenaga listrik cadangan saat terjadi pemadaman tak terduga dari PLN.

Instrumen

nama peralatan	kode	fungsi kontrol
reaktor Pirolisis	TIC	untuk mengetahui suhu yang ada didalam alat selama proses berlangsung, sehingga sesuai dengan suhu yang diinginkan
rotary kiln	TIC	untuk mengetahui suhu yang ada didalam alat selama proses berlangsung, sehingga sesuai dengan suhu dan tekanan yang diinginkan
Rotary cooler	TC	untuk mengetahui suhu yang ada didalam alat selama proses berlangsung, sehingga sesuai dengan suhu yang diinginkan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapasitas produksi

Pada 1 pohon kemiri dihasilkan 150 kg biji kemiri serta dalam 1 kilogram biji kemiri akan dihasilkan 70% cangkang kemiri (Gianyar, et al 2012). Sehingga jumlah cangkang kemiri yang dihasilkan pada 1 pohon kemiri adalah:

$$= 150 \text{ kg/pohon} \times 70 \% \text{ cangkang} \\ = 105 \text{ kg cangkang/pohon}$$

Dalam 1 Ha terdapat 100 pohon kemiri, maka jumlah cangkang kemiri dalam 1 hektar:

$$= 105 \text{ kg cangkang/pohon} \times 100 \\ \text{pohon/Ha} \\ = 10500 \text{ kg cangkang kemiri/Ha.}$$

$$= 10,5 \text{ ton cangkang kemiri/Ha}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka produksi cangkang kemiri pada tahun 2009 - 2013 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Luas Lahan dan Produksi Cangkang Kemiri Di Kabupaten Ende, NTT Tahun 2009-2013

Tahun	luas lahan (Ha)	produksi cangkang kemiri (ton/Ha)	% kenaikan
2009	8.302	87.171	0
2010	8.460	88.830	1,90
2011	8.532	89.586	0,85
2012	8.537	89.638,5	0,06
2013	8.656	90.888	1,39
Rata-rata		89.222,7	1,05

(Sumber: BPS NTT, 2015–diolah)

$$F = P (1 + i)^n$$

Dimana:

F = perkiraan produksi cangkang kemiri tahun 2018

P = jumlah produksi cangkang kemiri tahun 2013

i = nilai kenaikan produksi cangkang kemiri tiap tahunnya

n = selisih waktu perkiraan tahun (2013-2018) = 5 tahun

Kenaikan rata-rata produksi cangkang kemiri = 1,05% = 0,01

Sehingga produksi cangkang kemiri tahun 2018 dapat dihitung sebagai berikut:

$$F = P(1 + i)^n$$

$$F = 90.888 (1 + 0,01)^5$$

$$F = 95.524,20 \text{ ton/tahun}$$

Karena pabrik ini merupakan pabrik baru, maka akan memproduksi arang aktif 5% dari ketersediaan bahan baku

$$= 5\% \times 95.523,29 \text{ ton/tahun}$$

$$= 4.776,21 \text{ ton/tahun.}$$

Dari 75 kg cangkang kemiri di hasilkan arang sebanyak 39,49 % (Mody Lempang, et al 2012). Sehingga dari jumlah total cangkang kemiri tersebut diperoleh arang sebanyak:

$$= 39,49 \% \times 4.776,165 \text{ ton/tahun}$$

$$= 1.886,125 \text{ ton/tahun.}$$

Arang yang menjadi arang aktif adalah 75% dari total arang hasil pirolisis

$$= 75\% \times 1.886.125 \text{ ton/tahun}$$

$$= 1.414,59 \text{ ton/tahun}$$

$$= 1.415 \text{ ton/tahun}$$

$$\frac{1.415 \text{ ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{\text{ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{300 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$$

$$= 196,53 \text{ kg/jam}$$

Jadi, Pra rancang pabrik arang aktif dengan sistem slow pirolisis dengan bahan baku cangkang kemiri akan dibangun pada tahun 2018 dengan kapasitas 1.415 ton/tahun.

Tabel 2. Neraca Massa Pada Reaktor

	Keluar menuju	
Kompo masuk	tangki cyclon	waste
nen	pencam	
	pur	
Cangka	663,3625	
ng kemiri		
arang	254,1031	
CO ₂		163,651
CO		172,361
CH ₄		39, 5781
C ₂ H ₆	10, 316	
H ₂		4,17457
C ₂ H ₄		11,3195
%loss		7,8589
Total	663,3625	663,3625

Tabel 3. Neraca Panas Pada Reaktor

Panas masuk	panas keluar
(Kkal)	(Kkal)
$\Delta H_1 = 3.375,616$	$\Delta H_2 = 94.656,71$
$Q = -81.910,58$	$\Delta HR = -173.260,45$
	$Q_{loss} = 168,78$
Total	-78.534,96

Rancangan Reaktor Pirolisis

$$\text{Volume reaktor (Vr)} = 1.756,98 \text{ ft}^2$$

$$= 163 \text{ m}^2$$

$$\text{Diameter luar (OD)} = 138 \text{ in}$$

$$= 4 \text{ meter}$$

$$\text{Diameter dalam (ID)} = 137,25 \text{ in}$$

$$= 3,48 \text{ meter}$$

$$\text{Tebal shell (ts)} = 0,375 \text{ in}$$

$$= 0,010 \text{ meter}$$

$$\text{Tebal head (Th)} = 0,625 \text{ in}$$

$$= 0,016 \text{ meter}$$

$$\text{Tebal bottom (Tb)} = 0,625 \text{ in}$$

$$= 0,016 \text{ meter}$$

$$\text{Tinggi shell (Hs)} = 205,875 \text{ in}$$

$$= 5 \text{ meter}$$

$$\text{Tinggi head (Hh)} = 39,621 \text{ in}$$

$$= 1,01 \text{ meter}$$

$$\text{Tinggi bottom (Hb)} = 21,4892 \text{ in}$$

$$= 0,5 \text{ meter}$$

$$Hr = Hs + Hh + Hb$$

$$= 205,875 \text{ in} + 39,621 \text{ in} + 21,4892 \text{ in}$$

$$= 266,9852 \text{ in}$$

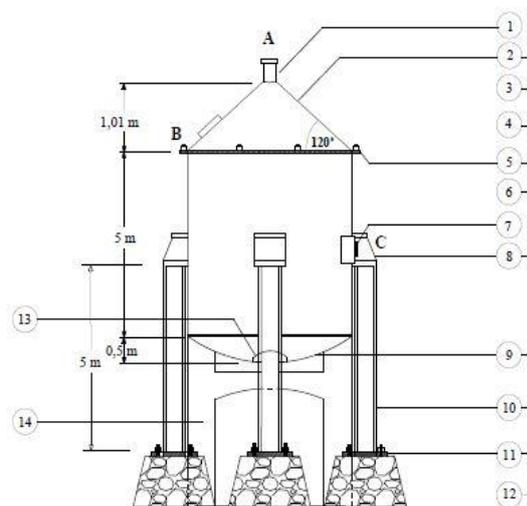
$$= 22,24 \text{ ft}$$

$$= 6,8 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi reaktor (Hr)} = 266,9852 \text{ in}$$

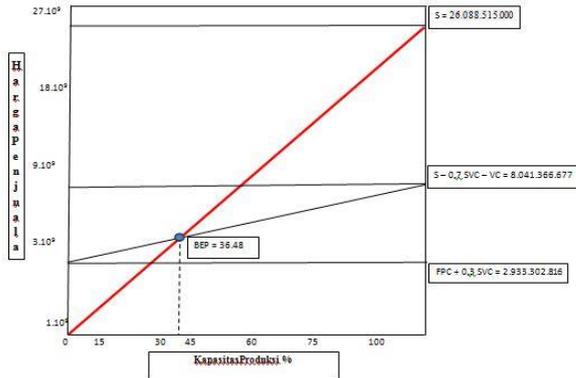
$$= 22,24 \text{ ft}$$

$$= 6,8 \text{ m}$$



Gambar 1. Alat Utama Reaktor

Analisa Ekonomi



KESIMPULAN

Kesimpulan Pra Rancang Bangun Arang Aktif dari Cangkang Kemiri adalah sebagai berikut :

- Pra rancang bangun arang aktif ini layak didirikan berdasarkan parameter-parameter ekonomi sebagai berikut:
 - a. Total Capital Investment (TCI) : Rp 7.059.821.868,-
 - b. Return Of Investment (ROI_{BT}) : 77 %
 - c. Return Of Investment (ROI_{AT}) : 70 %
 - d. Pay Out Time (POT) : 1,3 tahun = 15 bulan
 - e. Break Even Point (BEP) : 36,48%
 - f. Internal Rate Of Return (IRR) : 36,80%

DAFTAR PUSTAKA

- Asano, N.J. Nishimura, K. Nisnimiya, T. Hata, Y. Imamura, S. Ishihara and B. Tomita.1999. *Formaldehyde Reduction in Indoor Enviroments by Wood Charcoals*. Wood Researsch No 86.
- Darmawan, S. 2004. *Pengolahan dan Pemanfaatan Kemiri*. Prosiding ekspose Diskusi Hasil Hasil Penelitian BPPKNTB, 4 Desember 2004.Kupang.
- Erika Mulyana Gultom, M. Turmuzi Lubis. 2014. *Aplikasi Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Aktivator H3po4 Untuk Penyerapan Logam Berat Cd Dan Pb*. Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 3, No. 1. Universitas Sumatera Utara
- Gianyar, Ida Bagus Gde., Nurchayati, dan Yesung Allo Padang.2012.*Pengaruh Persentase Arang Tempurung Kemiri Terhadap Nilai Kalor Briket Campuran Biomassa Ampas Kelapa - Arang Tempurung Kemiri*. Dinamika Teknik Mesin, Volume 2 No.2. Universitas Mataram
- Mody Lempang, Wasrin Syafii & Gustan Pari. 2012. *Sifat Dan Mutu Arang Aktif Tempurung Kemiri*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. 30 No. 2 : 100-113
- Pari, G. 2005. *Pengaruh Lama Aktivasi Terhadap Struktur Kimia Dan Mutu Arang Aktif Serbuk Gergaji Sengon*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 23(3):207-218. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Setiawan, Y. Yang. 1992. *Penganekaragaman Produk Olahan Kemiri*. Laporan Penelitian Tahun 1992 Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian, Bogor

Sudrajat, R., 2005. *Pembuatan Arang Aktif Dari Tempurung Biji Jarak Pagar*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 23(2);143-162. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.

Wijaya, E. 2005. *Pemanfaatan Karbon Aktif Tempurung Kenari Sebagai Adsorben 4-klorofenol Dalam Air*. [Skripsi]. Makassar: Jurusan Kimia, Fmipa, Universitas Hasanuddin